

Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan
Volume 1 No 1 (2019)

PENGARUH PENAMBAHAN NANOKALSIUM TULANG IKAN YANG BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK BERAS ANALOG UMBI GEMBILI (*Dioscorea esculenta*) DAN RUMPUT LAUT *Eucheuma spinosum*

*The Effect of Adding Nanocalcium from Different Fish Bone on Characteristics of Gembili (*Dioscorea esculenta*) and Eucheuma spinosum Analogue Rice*

Pitaloka Dwi Anggraeni^{1*}, Yudhomenggolo Sastro Darmanto¹, Akhmad Suhaeli Fahmi¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
 Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah - 50275, Telp/fax: +6224 7474698
 Email: pitaloka.anggraeni@gmail.com

ABSTRAK

Tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dengan mengubahnya menjadi nanokalsium dengan agar penyerapan pada tubuh lebih maksimal. Penambahan nanokalsium dapat dilakukan pada beras analog sebagai salah satu pangan fungsional. Tepung umbi gembili dan rumput laut yang menjadi bahan baku diharapkan dapat menambah serat dari beras analog yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanokalsium jenis tulang ikan berbeda pada beras analog terhadap kandungan proksimat, kalsium, serat, dan asam amino. Materi penelitian adalah tepung umbi gembili, tepung rumput laut *Eucheuma spinosum*, dan nanokalsium tulang ikan Kurisi (*Nemipterus nematophorus*), Payus (*Elops hawaiiensis*) dan Patin (*Pangasius hypohthalmus*). Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dengan ulangan tiga kali. Data nonparametrik dianalisis dengan *Kruskal-Wallis* dan data parametrik dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beras analog dengan penambahan nanokalsium berpengaruh nyata terhadap kandungan proksimat, kalsium, serat, dan asam amino. Beras analog terbaik yang dihasilkan yaitu dengan penambahan tulang ikan payus (5%) dengan nilai tertinggi pada protein $7,93 \pm 0,05\%$, lemak terendah $0,32 \pm 0,02\%$, kalsium $1,52 \pm 0,03\%$, serat pangan $23,82 \pm 0,08\%$, dan nilai hedonik terbaik dengan selang kepercayaan $3,78 < \mu < 4,13$.

Kata kunci: beras analog, *eucheuma spinosum*, nanokalsium, tulang ikan, umbi gembili (*dioscorea esculenta*)

ABSTRACT

Fish bones can be used as a source of calcium by turning it into nanocalcium in order to maximize the absorption of the body. The addition of nanocalcium can be done on analogue rice as a functional food. *Dioscorea esculenta* and seaweed flour as raw material are expected to be able to add fiber from analogue rice produced. The purpose of this study was to determine the effect of adding different types of fish bone nanocalcium on rice analogue to the proximate content, calcium, fiber, and amino acids. The research materials were *Dioscorea esculenta* flour, *Eucheuma spinosum* flour, and nanocalcium (*Nemipterus nematophorus*, *Elops hawaiiensis* and *Pangasius hypohthalmus*). The experimental design used in this study was a completely randomized design (CRD) with three treatments with replications three times. Nonparametric data were analyzed by *Kruskal-Wallis* and parametric data were analyzed by ANOVA and HSD for further testing. The results showed that the addition of nanocalcium in analogue rice significantly different on proximate analysis, calcium, fiber, and amino acid. The best analogue rice was with the addition of Payus fish bone nanocalcium (5%) had the highest protein content of $7.93 \pm 0.05\%$, the lowest fat content was $0.32 \pm 0.02\%$, the highest calcium content was $1.52 \pm 0.03\%$, the highest dietary fiber content was $23.82 \pm 0.08\%$, and the best hedonic value $3.78 < \mu < 4.13$.

Keyword: analogue rice, *dioscorea esculenta*, *eucheuma spinosum*, fish bone, nanocalcium

PENDAHULUAN

Tulang ikan menjadi salah satu limbah produksi pengolahan perikanan yang belum banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia seperti menjadi sumber kalsium. Menurut Lekahena *et al.* (2014), tulang ikan mengandung kalsium yang tinggi yaitu 2% atau 20 g per kg berat kering sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium alami yaitu untuk memenuhi asupan kalsium harian.

Berdasarkan data statistik kelautan dan perikanan Indonesia tahun 2014 volume produksi perikanan mencapai 20,8 juta ton. Pada tahun 2014 produksi ikan kurisi mencapai 70.659 ton (BPS, 2016) dan ikan patin mencapai 418.002 ton dan (KKP, 2015). Mayoritas ikan-ikan tersebut diproses menjadi surimi atau ikan *fillet* sehingga menghasilkan limbah berupa tulang, kepala, kulit, dan jeroan. Persentase tulang dalam tubuh ikan mencapai 10-15% dari total berat tubuh ikan.

Pengolahan tulang ikan sebagai sumber kalsium harus diubah menjadi bentuk yang lebih kecil agar lebih mudah diserap oleh tubuh seperti menjadi nanokalsium. Menurut Park *et al.* (2007) pengecilan ukuran dapat meningkatkan penyerapan dan bioavailabilitas dari kalsium. Nanokalsium merupakan kalsium dalam bentuk partikel kecil yang dapat diaplikasikan pada produk pangan untuk menambah kandungan kalsium seperti beras analog sebagai salah satu pangan fungsional.

Konsumsi beras nasional pada tahun 2015 mencapai 84,90 kilogram/kapita/tahun. Hal tersebut tergolong tinggi sehingga menyebabkan masyarakat Indonesia mengalami ketergantungan pada beras dan melakukan ekspor beras karena produksi di Indonesia belum mencukupi permintaan. Beras analog dapat menjadi alternatif dan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada beras komersil.

Beras analog merupakan sebutan lain dari beras tiruan (*artificial rice*) yang terbuat dari bahan non padi. Kombinasi antar bahan baku dan metode pembuatan menghasilkan beras analog yang menyerupai beras asli. Berdasarkan penelitian terdahulu, beras analog terbuat dari umbi-umbian seperti umbi gembili, gadung, ubi kelapa, garut, dan kimpul yang memiliki karakteristik yang khas. Setiap beras analog memiliki warna, aroma, serta rasa yang berbeda mencerminkan ciri khusus beras analog tersebut (Estiasih *et al.*, 2017).

Pengkombinasian beras analog dengan nanokalsium dari beberapa jenis tulang ikan, tepung umbi gembili, dan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum*. Nanokalsium yang mempunyai komponen nilai tambah berupa kalsium serta rumput laut yang dapat memperkaya serat, umbi gembili yang rendah kalori serta asam amino. Pengkayaan nutrisi tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko osteoporosis dan diabetes. Beras analog dapat menjadi alternatif beras di Indonesia serta memiliki kandungan yang baik dengan adanya fortifikasi pada beras analog.

Produksi padi di Indonesia pada tahun 2015 mencapai produksi 75,5 juta ton. Volume impor beras Indonesia pada tahun 2015 mencapai 861.630 ton (Kementerian Pertanian, 2016). Angka tersebut dapat menunjukkan bahwa ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap beras cukup tinggi. Hal tersebut dapat menjadi landasan untuk membuat inovasi baru mengenai alternatif makanan pokok seperti beras analog yang berbahan dasar umbi-umbian.

Asupan kalsium menurut Kemenkes (2015), kebutuhan kalsium yang dianjurkan yaitu 1000–1200 mg/hari untuk orang dewasa (usia 19 sampai dengan usia >50 tahun). Kekurangan asupan kalsium dapat menyebabkan penyakit osteoporosis. Sumber kalsium biasanya diperoleh dari suplemen, namun sumber lain dapat diperoleh dari tulang ikan. Penyerapan kalsium dari tulang ikan akan maksimal jika diubah menjadi partikel kecil seperti nanokalsium yang kemudian dapat diaplikasikan

pada pangan yang dikonsumsi setiap hari seperti pangan yang berasal dari beras. Menurut Mahmud *et al.* (2009), kandungan pada beras per 100 gram yaitu mengandung 360 kalori, 6,8 g protein, 0,7 g lemak, 6 mg kalsium, 140 mg fosfor, 0,8 mg zat besi, 0,12 mg vitamin B1, 5 mg natrium, dan 100 mg kalium. Pembuatan beras analog ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan kalsium dan serat.

Penambahan nanokalsium yang berasal dari tiga jenis tulang ikan dapat menjadi sumber kalsium pada beras analog. Penelitian terkait pemanfaatan limbah tulang ikan sebagai nanokalsium dilakukan oleh Lekahena *et al.* (2014), mengenai karakterisasi fisikokimia nanokalsium tulang ikan hasil ekstraksi asam dan basa. Hasil terbaik didapatkan dari ekstraksi basa dibandingkan dengan ekstraksi asam.

Tepung umbi gembili yang dihasilkan dari umbi gembili merupakan salah satu pangan lokal yang bernilai ekonomi yang cukup baik. Umbi gembili dapat dijadikan alternatif sumber serat dan karbohidrat pada pembuatan beras analog. Menurut Cakrawati dan Kusumah (2016), ubi gembili merupakan salah satu jenis umbi-umbian minor di Indonesia. Umbi ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber pangan pokok alternatif, karena bagian umbi dari tanaman ini memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi.

Rumput laut *Eucheuma spinosum* ditambahkan sebagai tepung untuk menjadi bahan pembuatan beras analog. Rumput laut *Eucheuma spinosum* dapat menjadi sumber serat dan asam amino yang menambah nutrisi dari beras analog yang akan diproduksi. Menurut Hudha *et al.* (2012), salah satu jenis rumput laut yang cukup potensial dan banyak dijumpai di perairan Indonesia adalah *Eucheuma spinosum* (termasuk alga merah) yang dapat menghasilkan karaginan yang merupakan campuran yang kompleks dari beberapa polisakarida. Rumput laut mengandung enzim, asam nukleat, asam amino, mineral, *trace elements*, dan vitamin A, B, C, D, E dan K.

Penambahan nanokalsium pada beras analog mengacu pada penelitian Anggraeni *et al.* (2016), yaitu penambahan nanokalsium tulang ikan terbaik sebesar 5% dan formulasi beras analog mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Darmanto *et al.* (2017), formulasi beras analog yaitu tepung talas (500 g), tepung rumput laut (25 g), GMS (10 g), dan air 100 ml. Metode yang dilakukan yaitu metode ekstrusi pada suhu 70°C (Mishra *et al.*, 2012).

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam pembuatan beras analog adalah nanokalsium tulang ikan, tepung umbi gembili (*Diocorea esculenta*), tepung rumput laut *Eucheuma spinosum*, GMS (Gliserol Monostearat), dan aquades.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratories*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu factor dengan tiga perlakuan yaitu BAK (tanpa penambahan nanokalsium), BAL (penambahan nanokalsium tulang ikan kurisi), BAP (penambahan nanokalsium tulang ikan payus), dan BAT (penambahan nanokalsium tulang ikan patin).

Pembuatan Bahan Baku

Proses persiapan bahan baku mengacu pada penelitian Cucikodana *et al.* (2012) sebagai berikut: Tulang ikan kurisi, ikan payus, dan ikan patin direbus selama 1 menit kemudian dibersihkan sisa-sisa daging yang masih menempel. Perebusan bertujuan untuk meluruhkan sisa-sisa daging dan kotoran yang masih menempel pada tulang. Tulang kemudian direbus kembali selama 2 jam (tulang : air = 1 : 3) untuk melunakkan tulang.

Tulang yang sudah direbus kemudian dikeringkan 65°C selama 10 jam. Langkah selanjutnya yaitu pengecilan ukuran tulang ikan dan tulang ikan menjadi bubuk kasar.

Pembuatan Nanokalsium

Pembuatan nanokalsium mengacu pada penelitian Lekahena *et al.*, (2014) dengan jenis tulang ikan berbeda sebagai berikut:

Bubuk kasar tulang ikan diekstraksi dengan NaOH 1N (sampel : pelarut = 1 : 3) pada suhu 100 °C selama 60 menit dan dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil ekstraksi kemudian didinginkan, difiltrasi, dan dinetralisasi hingga mencapai pH netral kemudian tulang dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C.

Bubuk tulang kasar yang telah diekstraksi kemudian dilakukan proses penepungan menggunakan *ball mill* untuk memperkecil ukurannya menjadi nano.

Pembuatan Beras Analog

Formulasi beras analog mengacu pada dimana kolagen diganti dengan nanokalsium. Beras analog dengan penambahan nanokalsium mengacu pada penelitian Anggraeni *et al.* (2016) yaitu penambahan nanokalsium tulang ikan 5% pada beras analog. Formulasi beras analog mengacu pada penelitian Darmanto *et al.* (2017) dan metode ekstraksi oleh Mishra *et al.* (2012) dengan suhu 70°C.

Tepung umbi gembili dan tepung rumput laut dimasukkan ke dalam wadah dengan menambahkan nanokalsium dengan konsentrasi 5% pada setiap jenis tulang ikan. Proses selanjutnya menambahkan air sebanyak 30% dan GMS 2% untuk mempermudah proses pengadonan. Langkah terakhir yaitu proses ekstraksi dengan suhu 70°C untuk menghasilkan bulir beras yang sempurna. Bulir beras tersebut kemudian dijemur dibawah

sinar matahari selama 4-5 jam.

Analisis Data

Analisis data parametrik digunakan untuk data dari hasil rendemen, danproksimat (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat), serat kasar, serat pangan, kalsium, dan waktu tanak. Analisis data parametrik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ). Analisis data non-parametrik digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan dari uji hedonik. Analisis data non-parametrik yang digunakan adalah *Kruskal-Wallis* dengan uji lanjut *Mann Whitney*.

Pengujian Rendemen (Venkatesan dan Kim, 2010)

Rendemen dihitung dengan membandingkan berat akhir sampel dengan berat awal sampel kemudian dikalikan dengan 100%.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat akhir sampel}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

Pengujian PSA (Particle Size Analyzer) (Malvern, 2004)

Analisa PSA digunakan untuk mengetahui ukuran dari suatu sampel. Alat yang digunakan pada pengukuran PSA yaitu Zetasizer Nano yang memiliki skala pembacaan 0,6 nm – 6 µm. Partikel didispersikan ke dalam media cair dan ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari partikel tunggal.

Kadar Air (SNI 01-02354.2, 2006)

Cawan kosong dimasukkan pada oven selama 2 jam dan didinginkan pada desikator ±30 menit sampai mencapai suhu ruang kemudian ditimbang. Sampel sebanyak 2 gram yang telah dihaluskan diletakan pada cawan kemudian ditimbang. Cawan dimasukkan pada oven dengan suhu 105°C selama 16-24 jam. Cawan yang berisi sampel didinginkan pada desikator selama ± 30 menit kemudian ditimbang.

Persentase kadar air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A= Berat cawan kosong (g)

B = Berat (sampel + cawan) sebelum dikeringkan(g)

C = Berat (sampel + cawan) setelah dikeringkan(g)

Kadar Abu (SNI 01-02354.1, 2006)

Sampel sebanyak 2 gram dalam cawan dimasukkan pada oven dengan suhu 100°C selama 24 jam. Cawan kemudian dimasukkan pada tanur pada suhu 550°C selama 8 jam sampai abu berwarna putih. Cawan didinginkan dengan desikator selama 30 menit. Persentase kadar abu

dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{B - A}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100 \%$$

 Keterangan: A = Berat cawan (g)
 B = Berat (cawan + abu) (g)

Kadar Protein (SNI 01-02354.4, 2006)

2 gram sampel ditimbang pada kertas timbang kemudian lipat-lipat dan dimasukkan pada labu destruksi. Tambahkan 2 buah tablet katalis (3,5 gram K_2SO_4 dan 0,175 gram HgO) dan beberapa butir batu didih. Tambahkan H_2SO_4 pekat (95-97%) dan 3 ml H_2O_2 secara perlahan-lahan serta diamkan selama 10 menit pada ruang asam. Destruksi pada suhu $410^\circ C$ selama ± 2 jam atau sampai larutan jernih kemudian diamkan hingga mencapai suhu kamar dan tambahkan 50-75 ml aquades. Larutan H_3BO_3 4% ditambahkan sebanyak 25 ml pada erlenmeyer. Labu yang berisi hasil destruksi dipasangkan pada alat destilasi uap. Tambahkan 50-75 ml larutan natrium hidroksida thiosulfat dan dilakukan proses destilasi kemudian hasil destilasi ditampung pada erlenmeyer hingga volume mencapai minimal 150 ml (hasil destilat akan berubah menjadi warna kuning). Titrasi hasil destilat dengan HCl 0,2 N yang sudah dibakukan sampai warna berubah dari hijau menjadi abu-abu netral. Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g contoh (%).

Perhitungan kadar protein dapat diperoleh dengan :

$$\% \text{ Kadar protein} = \frac{(V_a - V_b) \times N_{HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 1000}$$

Keterangan:

V_a = HCl titrasi sampel (ml)
 V_b = Titrasi blangko (ml)
 N = Normalitas HCl standar yang digunakan
 14,007 = Berat atom nitrogen
 6,25 = Faktor konversi protein
 W = Berat sampel (g)

Kadar Lemak (SNI 01-02354.3, 2006)

Labu alas bulat kosong (A) ditimbang kemudian masukan 2 gram sampel (B) pada selongsong lemak. Tambahkan 150 ml *chloroform* pada labu alas bulat serta selongsong lemak diletakan pada *extractor Soxhlet* kemudian rangkai *soxhlet* dipasang. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses ekstraksi pada suhu $60^\circ C$ selama 8 jam. Evaporasi campuran lemak dan *chloroform* sampai kering pada labu alas bulat. Labu alas bulat yang berisi lemak kemudian dimasukkan pada oven pada suhu $105^\circ C$ selama ± 2 jam yang bertujuan untuk menghilangkan sisa *chloroform* dan uap air. Labu dan lemak didinginkan pada desikator selama 30 menit. Timbang labu alas bulat yang berisi lemak sampai berat konstan. Kadar lemak dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ lemak total} = \frac{(C - A)}{B} \times 100 \%$$

Keterangan: A = Berat labu alas bulat kosong (g)

B = Berat sampel (g)
 C = Berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

Kadar Karbohidrat (SNI 01-2891, 1992)

Metode perhitungan kadar karbohidrat dilakukan dengan perhitungan (dalam %):

$$\% \text{ karbohidrat (bb)} = 100\% - \% \text{ (protein + lemak + abu + air)}$$

$$\% \text{ karbohidrat (bk)} = 100\% - \% \text{ (protein + lemak + abu)}$$

Pengujian Kadar Kalsium (Siong et al., 1989)

Sampel sebanyak 5 gram dikeringkan dengan oven pada suhu $105^\circ C$ selama 3 jam kemudian diabukan dengan tanur pada suhu $550^\circ C$ sampai berwarna putih keabu-abuan. Sampel kemudian diletakan pada labu ukur dan ditambahkan HCl sampai volume 50 ml. Sampel direaksikan dengan larutan $C_2H_8N_2O_4$ dan dilakukan sentrifugasi. Endapan yang terbentuk dilarutkan dalam H_2SO_4 4 N. Kalsium dalam larutan tersebut dititrasi dengan $KMnO_4$ 0,1 N pada suhu $75-85^\circ C$.

Serat Kasar (SNI 01-2891, 1992)

Sampel 2 gram dituangkan pada pelarut organik sebanyak 3 kali. Keringkan sampel dan masukkan pada erlenmeyer 500 ml. Tambahkan 50 ml larutan H_2SO_4 1,25% dan dididihkan selama 30 menit. Tambahkan 50 ml NaOH 3,25% dan dididihkan kembali selama 30 menit. Sampel disaring dengan corong bucher yang berisi kertas saring. Cuci endapan yang terdapat pada kertas saring berturut-turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%. Kertas saring diangkat beserta sampel kemudian dimasukkan pada kotak timbang. Sampel kemudian dikeringkan pada suhu $105^\circ C$, dinginkan, dan timbang sampai bobot stabil. Perhitungan serat kasar diperoleh dengan:

$$\% \text{ serat kasar} = \frac{W - W_1}{W^2} \times 100\%$$

Keterangan : W = Bobot sampel (gram)
 W1 = Bobot abu (gram)

Serat Pangan (AOAC, 1995)

Uji serat pangan menggunakan metode enzimatik. Sampel sebanyak 1 gram diletakan pada gelas beaker 400 ml. Tambahkan 40 ml larutan buffer (MES-TRIS) sampai pH mencapai 8,2 dan aduk menggunakan magnetic stirer. Tambahkan 50 μL α -amilase dan aduk, kemudian tutup gelas beaker dengan aluminum foil dan inkubasi pada suhu $95-100^\circ C$ selama 15 menit dengan proses agitasi, lalu angkat dan dinginkan, kemudian tambahkan 10 mL aquades. Tambahkan 100 μL protease kemudian tutup gelas beaker dengan aluminum foil dan diinkubasi pada suhu $60^\circ C$ selama 30 menit dengan proses agitasi. Tahap selanjutnya yaitu lepas penutup aluminum foil tambahkan 5 mL 0,561 N HCl dan aduk. Atur pH

menjadi 4-4,7 pada suhu 60°C dengan menambahkan 1 N NaOH atau 1 N HCl. Tambahkan 300 µL amyloglucosidase dan aduk. Sampel diinkubasi pada suhu 60°C selama 30 menit.

Sampel ditambahkan etanol 95% sebanyak 225 mL pada suhu 60°C. Rasio etanol dan volume sampel 4:1. Sampel diendapkan pada suhu ruang selama 1 jam. Cuci sampel sebanyak 2 kali dengan etanol 78% 15 ml, etanol 95% 15 ml, dan aseton 15 ml. Keringkan sampel dengan oven pada suhu 105°C selama semalam dan dinginkan selama 1 jam kemudian timbang sampel (D). Sampel diabukan pada suhu 525°C selama 5 jam lalu dinginkan dan timbang sampel kembali (L). Perhitungan serat pangan diperoleh dengan:

$$\% \text{ serat pangan} = \frac{D - P - A - B}{W} \times 100$$

Keterangan: W = berat sampel (g)

D = berat setelah dikeringkan

L = berat setelah diabukan

Uji Asam Amino (Rohman *et al.*, 2012)

Sampel 5 gram dimasukkan dalam tabung hidrolisis (bertutup). Tambahkan 10 ml HCl 6 N dan lakukan hidrolisis pada suhu 110° selama 24 jam. Sampel kemudian didinginkan dan dinetralkan dengan NaOH 6 N hingga pH mencapai 6,5 – 7,5. Tambahkan larutan timbal asetat 40% 2,5 mL kemudian digoyangkan sampai tidak terbentuk endapan. Hilangkan kelebihan timbal asetat dengan penambahan C₂H₂O₄ 15% 1 mL. Tambahkan aquades hingga volume mencapai 50 mL. Sampel kemudian disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Sampel diambil sebanyak 5 mL dan saring. Sampel diambil sebanyak 10 µl dan ditambahkan 90 µl pereaksi OPA (o-ftolaldehid). Reaksikan selama 3 menit kemudian diinjeksikan sebanyak 20 µl pada HPLC.

Pengujian Waktu Tanak (Agusman *et al.*, 2014 dan Prasetya, 2009)

Beras analog direndam dalam air dengan perbandingan 1:2 selama 10 menit. Beras ditiriskan lalu dikukus dengan alat pengukus. Menurut Prasetya (2009), lama waktu tanak beras analog diukur dari waktu nasi mulai dimasak sampai nasi menjadi tanak. Tanaknya nasi ditandai dengan mengembangnya beras, tekstur melunak, dan menyatunya beras satu sama lain.

Pengujian Hedonik (Abdullah *et al.*, 2017)

Pengujian hedonik diberikan kepada 30 orang panelis tidak terlatih untuk dinilai. Hasil penilaian dinyatakan dalam skala hedonik yang dimulai dari nilai 1 (tidak suka), 2 (agak tidak suka), 3 (biasa atau agak suka), 4 (suka) dan 5 (sangat suka). Setiap panelis diberi lembar daftar penilaian yang diisi sesuai dengan hasil penilaian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil menunjukkan nilai tertinggi yaitu 8,77 ± 0,01% pada nanokalsium ikan payus. Penelitian ini menggunakan proses ekstraksi basa. Rendemen tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Lekahena *et al.* (2014) yaitu rendemen nanokalsium ekstraksi basa adalah 5,91% dan nanokalsium ekstraksi asam adalah 4,41%.

Nilai rendemen dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu perlakuan pada sampel seperti proses preparasi bahan baku, lama waktu ekstraksi, proses penetralan, proses pengeringan, dan jenis pelarut. Menurut Anggraeni *et al.* (2016), semakin lama waktu ekstraksi maka rendemen nanokalsium yang dihasilkan semakin bertambah. Hal ini diperkuat pula oleh Cucikodana *et al.* (2012), melalui proses pengeringan biasanya kadar air dapat menurun mencapai 60-70% dan berpengaruh terhadap hasil akhir.

Ukuran Partikel

Analisis ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*). Berdasarkan hasil pengujian diperoleh ukuran rerata ukuran partikel untuk sampel nanokalsium tulang ikan yang berbeda berkisar 395,75-436,25. Menurut Mohanraj dan Chen (2006), nanopartikel merupakan partikel yang memiliki ukuran 10-1000 nm.

Ukuran partikel yang dihasilkan pada penelitian ini masih lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian Lekahena *et al.* (2014) yang menghasilkan nanokalsium dari tulang ikan nila dengan ukuran 235,93 nm. Hal tersebut disebabkan karena pada penelitian ini tidak dilakukan proses penggilingan serbuk menggunakan *disk mill*.

Kadar Air

Berdasarkan uji kadar air beras analog berkisar antara 7,09 – 10,55%. Menurut Noviasari *et al.* (2013), kadar air beras <14% dapat mencegah pertumbuhan kapang yang dapat hidup dan mengganggu pada sereal dan biji-bijian selama proses penyimpanan.

Kadar air ini diduga dipengaruhi oleh suhuan lama proses pengeringan saat penjemuran beras analog dibawah sinar matahari. Proses pengeringan yang dilakukan setelah proses ekstraksi. Menurut Rodianawati *et al.* (2013), suhu dan lama pengeringan berhubungan dengan kadar air beras analog. Semakin lama pengeringan pada suatu produk maka kadar air akan semakin menurun.

Kadar Abu

Hasil kadar abu beras analog berkisar 5,43-8,75%. Kadar abu pada penelitian ini lebih tinggi penelitian Spiraliga *et al.* (2016) yang melakukan penambahan kolagen tulang ikan yang berbeda pada beras analog yaitu sebesar 0,33- 1,53%

Nilai kadar abu pada beras analog dipengaruhi oleh penambahan nanokalsium tulang ikan. Menurut Putra *et al.* (2015) kadar abu yang besar dan meningkat dipengaruhi oleh banyaknya mineral yang tidak berubah menjadi zat yang dapat menguap. Kadar abu yang semakin besar dalam suatu bahan makanan, menunjukkan semakin tinggi mineral yang dikandung oleh makanan tersebut.

Kadar Protein

Kadar protein beras analog menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi yaitu pada BAL dengan nilai $7,93 \pm 0,05\%$, BAP dengan nilai $7,34 \pm 0,03\%$, BAT dengan nilai $7,22 \pm 0,02\%$ dan terendah yaitu BAK dengan nilai $7,10 \pm 0,01\%$. Hasil kadar protein pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan penelitian Noviasari *et al.* (2013) dengan nilai protein berkisar $6,47 - 7,40\%$.

Beras analog dengan penambahan nanokalsium memiliki hasil yang berbeda-beda pada nilai protein. Kandungan protein yang berbeda diduga karena berasal dari masing-masing nanokalsium yang ditambahkan yang dibuat dari jenis beberapa tulang ikan dan perairan yang berbeda. Kandungan protein tersebut dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Menurut Hafiludin (2015), perbedaan kandungan proksimat dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor internal seperti ukuran, jenis kelamin, dan kondisi seksualitas ikan. Faktor eksternal seperti perbedaan lingkungan atau habitat.

Kadar Lemak

Kadar lemak pada penelitian ini berkisar antara $0,32 - 0,52\%$. Nilai kadar lemak pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Darmanto *et al.* (2017), dengan nilai kadar lemak sebesar $1,25 - 2,28\%$.

Kadar lemak yang rendah diduga dipengaruhi oleh pelarut yang digunakan. Pelarut yang digunakan pada pembuatan nanokalsium tulang ikan yaitu NaOH yang dapat melarutkan zat-zat seperti protein dan lemak. Menurut Cucikodana *et al.* (2012), NaOH melarutkan protein dan lemak pada tulang ikan dan proses pelarutan tersebut semakin besar dengan adanya suhu ekstraksi yang berperan sebagai katalis atau mempercepat proses reaksi.

Nilai kadar lemak beras analog sebaiknya tidak terlalu tinggi. Menurut Agusman *et al.* (2014), beras analog yang memiliki nilai kadar lemak rendah tidak mudah mengalami ketengikan. Kandungan lemak yang rusak dapat diakibatkan oleh proses oksidasi yang menimbulkan bau dan rasa tengik.

Kadar Karbohidrat

Kadar uji karbohidrat pada penelitian ini berkisar antara $74,18 - 77,71\%$. Kadar karbohidrat pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan

dengan penelitian Spiraliga *et al.* (2017), dengan nilai karbohidrat $82,7 - 85,38\%$.

Tepung umbi gembili yang menjadi bahan utama dari beras analog yang memiliki kandungan karbohidrat sebagai sumber karbohidrat utama. Menurut Gisca dan Rahayuni (2013), dalam umbi gembili mengandung $31,3$ gram karbohidrat per 100 gram umbinya. Menurut Noviasari *et al.* (2013), kadar karbohidrat pada beras analog yang tergolong tinggi dapat menjadi sumber karbohidrat yang merupakan salah satu komponen terbesar yang menyumbangkan energi terhadap tubuh.

Kadar Kalsium

Hasil kadar kalsium berkisar antara $1,02 - 1,52\%$. Hasil kadar kalsium penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan Anggraeni *et al.* (2016), nilai kadar kalsium untuk beras analog dengan penambahan nanokalsium kadar kalsium dalam beras analog. Hal tersebut diduga karena adanya mineral dalam tulang ikan yang merupakan komponen penyusun tulang. Menurut Syahril *et al.* (2016), jumlah kalsium dalam ikan yang berbeda dapat disebabkan oleh faktor fisiologi ikan itu sendiri, kondisi lingkungan, kandungan kalsium dalam perairan, dan kondisi fisik ikan sangat menentukan jumlah kalsium yang dapat dimanfaatkan oleh ikan.

Kadar kalsium pada penelitian ini berkisar antara $1,02 - 1,52\%$ atau setara dengan 1020 mg/ 100 g – 1520 mg/ 100 g takaran saji nasi per hari. Menurut Kemenkes (2015), kebutuhan kalsium yang dianjurkan yaitu $1000 - 1200$ mg/hari untuk orang dewasa (usia 19 sampai dengan usia >50 tahun). Menurut Winarno (2004), konsumsi kalsium sebaiknya tidak melebihi 2500 mg sehari. Hal tersebut dapat menimbulkan penyakit gangguan ginjal karena kelebihan kalsium.

Serat Kasar

Kadar serat pangan beras analog berkisar antara $2,43 - 3,78\%$. Kadar serat kasar sebagian besar diduga berasal dari bahan utama yaitu tepung umbi gembili. Menurut Asfi *et al.* (2017), serat kasar memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi. Kemampuan serat kasar dalam mengikat air berkaitan dengan aktivitas air dalam bahan, semakin banyak air yang terikat pada serat kasar maka semakin tinggi kadar air

Serat Pangan

Kadar serat pangan beras analog berkisar antara $4,06 - 23,82$. Kadar serat pangan yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Spiraliga *et al.* (2017), dengan nilai serat pangan $3,35 - 5,36\%$. Nilai serat pangan paling rendah pada beras analog tanpa penambahan kolagen tulang ikan dan kolagen tulang ikan yang ditambahkan berpengaruh pada beras analog yang dihasilkan. Hal ini diduga adanya senyawa dalam nasi analog dengan penambahan

kolagen yang tidak terhidrolisis atau hilang saat pengujian serat pangan dilakukan sehingga dihitung sebagai serat pangan.

Nilai serat pangan yang dihasilkan pada penelitian ini tergolong dalam sumber serat pangan. Hal tersebut karena kadar serat pangan lebih dari 4%. menurut Foschia *et al.* (2013), makanan dapat dikatakan sebagai sumber serat jika mengandung serat pangan minimal 3 %. Makanan yang mengandung serat tinggi jika didalamnya terdapat serat pangan minimal 6 %.

Asam Amino

Komposisi asam amino beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan didapatkan adanya asam amino prolin, glisin, dan alanin. Menurut Trilaksni *et al.* (2006), protein tulang ikan sebagian besar terdiri atas protein kolagen dengan asam amino penyusun utamanya adalah prolin, glisin dan alanin. Proses hidrolisis kimia penggunaan NaOH dan pemanasan juga akan menyebabkan kerusakan protein yang lain yang mungkin kaya akan asam amino lisin dan arginin.

Kandungan asam amino tertinggi pada jenis asam aspartat dan asam glutamat. Kandungan asam aspartat dengan nilai 6.006,39 – 7.136,66 mg/kg dan asam glutamat sebesar 6.415,77 – 7.738,14 mg/kg. Hal tersebut berasal dari tepung umbi gembili dan rumput laut yang dicampurkan pada beras analog. Menurut Doss *et al.* (2019), asam aspartat dan asam glutamat merupakan asam amino yang paling banyak terdapat dalam umbi gembili yaitu berkisar 3,20 - 8.12 dan 5,21 - 9,36 g/100 g protein. Hal ini diperkuat pula oleh Handayani (2006), sebagian besar rumput laut, mengandung asam aspartat dan asam glutamat yang cukup banyak dalam komposisi total asam amino.

Kandungan asam amino dengan penambahan nanokalsium tulang ikan cenderung menurun bila dibandingkan dengan tanpa penambahan nanokalsium tulang ikan. Umbi gembili yang merupakan bahan utama dalam penelitian ini mengandung 18 jenis asam amino. Menurut Cucikodana *et al.* (2012), perlakuan pemanasan dalam larutan NaOH pada tulang ikan gabus diduga terjadi denaturasi dan terlarutnya protein karena suasana basa selama perebusan dalam larutan NaOH sehingga dapat menurunkan daya ikat protein. Hal ini diperkuat pula oleh Doss *et al.* (2019), umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) mengandung asam amino leusin, arginin, valin, fenilalanin, threonin, isoleusin, lisin, histidin, sistein, metionin, triptofan, glisin, prolin, asam glutamat, asam aspartat, serin, alanin, dan tirosin.

Waktu Tanak

Waktu tanak beras analog menunjukkan waktu tanak berkisar 12,08 – 15,56 menit. Hasil dari waktu tanak pada penelitian ini lebih lama jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan

oleh Agusman *et al.* (2014), dengan hasil waktu tanak beras analog 11-13 menit.

Beras analog dengan perlakuan penambahan nanokalsium tulang ikan yang berbeda mempunyai waktu tanak yang lebih lama jika dibandingkan dengan beras analog tanpa penambahan nanokalsium tulang ikan (kontrol). Hal ini disebabkan adanya protein pada beras analog dengan penambahan nanokalsium tulang ikan yang berbeda lebih tinggi dibandingkan dengan beras analog tanpa penambahan nanokalsium tulang ikan (kontrol). Tingginya kadar protein membutuhkan energi panas yang berlebih dan berpengaruh pada proses gelatinisasi Menurut Rodianawati *et al.* (2013), parameter mutu waktu tanak pada produk beras analog dipengaruhi oleh tingkat gelatinisasi bahan yang digunakan. Semakin tinggi tingkat gelatinisasinya maka nilai waktu tanak beras analog akan semakin besar.

Uji Hedonik **Warna**

Berdasarkan hasil uji hedonik warna nasi analog yang dilakukan yaitu warna coklat kehitaman. Warna tepung umbi gembili yang digunakan berwarna coklat, warna tepung rumput laut berwarna coklat kekuningan, dan warna nanokalsium tulang ikan kurisi, ikan payus, dan ikan patin berwarna putih. Hal tersebut yang diduga menyebabkan warna nasi analog menjadi agak kurang menarik. Menurut Agusman *et al.* (2014), parameter warna merupakan salah satu atribut penting hal tersebut karena warna menentukan faktor penerimaan pangan oleh konsumen.

Aroma

Nanokalsium yang ditambahkan pada beras analog memiliki aroma khas tulang namun tidak memberikan pengaruh pada aroma beras analog. Aroma beras analog lebih dominan dari bahan baku utama yaitu umbi gembili. Menurut Negara *et al.* (2016) aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung.

Tekstur

Tekstur beras analog yang didapatkan yaitu agak pulen dan agak lengket. Apabila nasi analog dingin maka teksturnya akan menjadi keras dan menggumpal. Menurut Noviasari *et al.* (2013), tekstur merupakan salah satu parameter yang penting dalam penerimaan nasi yang meliputi kepulenan dan kelengketan. Menurut Midayanto dan Yuwono (2014), tekstur merupakan ciri dari bahan karena perpaduan berbagai sifat fisik yang meliputi ukuran, bentuk, jumlah, dan unsur-unsur pembentuk suatu bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa.

Rasa

Rasa yang dihasilkan dari nasi analog tidak berbeda nyata. Berdasarkan hasil uji hedonik pada parameter aroma didapatkan hasil rasa nasi analog yang sama yaitu hambar (*plain*) dan agak getir. Hal tersebut karena konsentrasi bahan baku utama dan bahan tambahan dari seluruh perlakuan berjumlah sama sehingga rasa yang dihasilkan sama. Rasa yang dihasilkan lebih dominan rasa tepung umbi

gembili sebagai bahan utama pembuatan beras analog. Rasa dari tepung rumput laut dan nanokalsium tulang ikan tidak terlalu dominan. Menurut Noviasari *et al.* (2013), rasa yang dihasilkan oleh nasi analog adalah hambar (*plain*). Rasa akan lebih baik jikadikonsumsi menggunakan lauk pauk atau dilakukan pengolahan lanjutan pada nasi analog.

Tabel 1. Analisa Nanokalsium

Jenis Tulang Ikan	Rendemen (%)	Ukuran partikel (nm)
Ikan kurisi	8,52±0,03 ^b	436,25
Ikan payus	8,77±0,01 ^c	404,20
Ikan patin	8,05±0,05 ^a	395,75

Tabel 2. Komposisi Kimia Beras Analog

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Karbohidrat (%)
BAK	8,29±0,02 ^c	5,43±0,06 ^a	7,10±0,01 ^a	0,48±0,01 ^c	78,10±0,06 ^c
BAL	10,55±0,04 ^d	7,46±0,05 ^b	7,93±0,05 ^d	0,43±0,01 ^b	74,18±0,02 ^a
BAP	7,33±0,03 ^b	8,75±0,05 ^c	7,34±0,03 ^c	0,32±0,02 ^a	75,67±0,05 ^b
BAT	7,09±0,09 ^a	7,53±0,03 ^b	7,22±0,02 ^b	0,52±0,02 ^d	77,67±0,05 ^d

Tabel 3. Komposisi Kalsium, Serat Kasar, Serat Pangan, dan Waktu Tanak Beras Analog

Perlakuan	Kalsium (%)	Serat Kasar (%)	Serat Pangan (%)	Waktu Tanak (%)
BAK	1,02±0,04 ^a	3,78±0,15 ^c	4,06±0,08 ^a	12,08±0,03 ^a
BAL	1,35±0,03 ^c	2,43±0,02 ^a	22,43±0,17 ^d	14,28±0,06 ^b
BAP	1,52±0,03 ^d	2,65±0,02 ^b	23,82±0,08 ^d	15,04±0,02 ^c
BAT	1,16±0,04 ^b	2,74±0,02 ^b	19,37±0,06 ^b	15,56±0,03 ^d

Tabel 4. Komposisi Asam Amino Beras Analog

No.	Asam Amino	Beras Analog + Nanokalsium Tulang Ikan (mg/kg)			
		BAK	BAL	BAP	BAK
1.	L-Leusin	4.766,30	4.909,02	4.668,33	4.748,12
2.	L-Arginin	5.752,89	6.444,21	6.611,04	6.522,19
3.	L-Valin	3.084,63	3.159,36	3.049,50	3.070,96
4.	L-Fenilalanin	4.585,25	4.646,01	4.927,61	4.704,90
5.	L-Threonin	3.456,36	3.664,43	3.397,32	3.382,66
6.	L-Isoleusin	2.431,56	2.545,51	2.420,39	2.466,58
7.	L-Lisin	1.827,26	1.482,29	1.340,63	1.566,97
8.	L-Histidin	1.439,83	1.507,48	1.523,79	1.407,93
9.	Glisin	3.368,68	3.610,60	3.307,74	3.189,88
10.	L-Prolin	2.740,93	2.692,76	2.464,61	2.616,20
11.	L-Asam glutamat	7.738,14	6.685,68	6.415,77	7.250,42
12.	L-Asam aspartat	7.136,66	6.006,39	5.916,86	6.610,32
13.	L-Serin	4.166,81	4.614,66	3.852,28	3.777,02
14.	L-Alanin	3.369,56	3.103,25	2.948,44	3.111,81
15.	L-Tirosin	2.209,30	2.353,54	2.264,12	2.229,00

Tabel 5. Hasil Uji Hedonik Nasi Analog

Perlakuan	Parameter				
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Selang Kepercayaan
BAK	3,60±0,72 ^a	3,63±0,81 ^a	3,70±0,79 ^a	3,37±0,72 ^c	3,39 < μ < 3,76
BAL	3,77±0,77 ^a	3,70±0,79 ^a	4,13±0,93 ^a	3,53±0,72 ^a	3,58 < μ < 3,99
BAP	3,87±0,66 ^a	4,00±0,63 ^a	4,20±0,74 ^a	3,77±0,08 ^b	3,78 < μ < 4,13
BAT	3,97±0,99 ^a	4,03±0,76	3,93±0,82 ^b	3,93±0,88 ^b	3,65 < μ < 4,13

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan nanokalsium tulang ikan berbeda terhadap beras analog umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) dan rumput laut *Eucheuma spinosum* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada kandungan proksimat, kalsium, serat kasar, serat pangan, dan asam amino beras analog.
2. Penambahan nanokalsium tulang ikan berbeda tidak mempengaruhi nilai hedonik beras analog.
3. Beras analog terbaik yaitu dengan penambahan nanokalsium tulang ikan payus dengan kalsium tertinggi $1,52 \pm 0,03\%$, serat pangan $23,82 \pm 0,08\%$, lemak terendah $0,32 \pm 0,02\%$ dan nilai hedonik terbaik yaitu $3,78 < \mu < 4,13$.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., I. Setiawati, dan Husniati. 2017. Nilai Kesukaan dan Uji Proksimat Beras Merah Artifisial dengan Penambahan Antosianin. *Majalah Teknologi Agro Industri*, 9 (2): 11-18.
- Agusman, S. N. K. Apriani, dan Murdinah. 2014. Penggunaan Tepung Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung Modified Cassava Flour (MOCAF). *JPB Perikanan*, 9 (1): 1-10.
- Anggraeni, N., Y. S. Darmanto, dan P. H. Riyadi. 2016. Pemanfaatan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Beras Analog dari Berbagai Macam Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5 (4): 114-122.
- Asfi, W. M., N. Harun, dan Y. Zalfiatri. 2017. Pemanfaatan Tepung Kacang Merah dan Pati Sagu pada Pembuatan Crackers. *JOM Faperta UR*, 4 (1): 1-12.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1992. Standar Nasional Indonesia No. 01-2891-1992 Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 36 hlm.
- _____. 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01-2354.1-2006 Cara Uji Kimia-Bagian1: Penentuan Kadar Abu pada Produk Perikanan. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 4 hlm.
- _____. 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01-2354.2-2006 Cara Uji Kimia-Bagian 2: Penentuan Kadar Air pada Produk Perikanan. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 12 hlm.
- _____. 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01-2354.3-2006 Cara Uji Kimia-Bagian 3: Penentuan Kadar Lemak Total pada Produk Perikanan. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional, 10 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01-2354.4-2006 Cara Uji Kimia-Bagian 4: Penentuan Kadar Protein dengan Metode Total Nitrogen pada Produk Perikanan. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional, 12 hlm.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir 2016. Badan Pusat Statistik, Jakarta, 259 hlm.
- Cakrawati, D., dan M. A. Kusumah. 2016. Pengaruh Penambahan CMC sebagai Senyawa Penstabil terhadap Yoghurt Tepung Gembili. *AGROINTEK*, 10 (2): 76-84.
- Cucikodana, Y., A. Supriyadi, dan B. Purwanto. 2012. Pengaruh Perbedaan Suhu Perebusan dan Konsentrasi NaOH terhadap Kualitas Bubuk Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*). *Fishtech*, 1 (1): 91-101.
- Darmanto, Y.S., P. H. Riyadi, dan S. Susanti. 2017. Characteristic of Taro (*Colocasia esculenta*) and Seaweed (*Eucheuma cottonii*) Based Analogue Rice Fortified with Fish Bone Collagen (A Promising Anti-Diabetic Functional Food). *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12 (12): 3055-3060.
- Doss, A., P.S. Presina, dan V. R. Mohan. 2019. Amino Acid Composition of Wild Yam (*Discorea* spp.). *Food Research*, 3 (5): 617-621.
- Estiasih, T., W. D. R. Putri, dan E. Waziroh. 2017. Umbi-umbian dan Pengolahannya. UB Press, Malang.
- Foschia, M., D. Peressini, A. Sensidoni, dan C. S. Brennan. 2013. The Effects of Dietary Fibre Addition on the Quality of Common Cereal Products. *Journal Cereal Science*, 58: 216-227.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2015. Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2015. Pusat Data, Statistik, dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta, 308 hlm.
- Kementerian Pertanian. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Padi. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, Jakarta, 103 hlm.
- Gisca, B.I. D. dan A. Rahayuni. 2013. Penambahan Gembili pada Flakes Jewawut Ikan Gabus sebagai Alternatif Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang. *Journal of Nutrition College*, 2 (4): 505-513.
- Hafiludin. 2015. Analisis Kandungan Gizi pada Ikan Bandeng yang Berasal dari Habitat yang Berbeda. *Jurnal Kelautan*, 8 (1): 37-43.
- Handayani, T. 2006. Protein pada Rumput Laut. *Oseana*, 31 (4): 23-30.
- Hudha, M. I., R. Sepdwiyanti, dan S. D. Sari. 2012. Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) dengan Variasi Suhu

- Pelarat dan Waktu Operasi. *Berkala Ilmiah Teknik Kimia*, 1 (1): 17-20.
- Lekahena, V., D. N. Faridah, R. Syarief, dan R. Peranginangin. 2014. Karakterisasi Fisikokimia Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Nila Menggunakan Larutan Asam Basa. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25 (1): 57-64.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, dan S. Budijanto. 2013. Pengembangan Beras Analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 24 (2): 194-200.
- Mahmud, M. K., Hermana, Zulfianto, N. A., Roanna, R., Apriyanton, Ngadiarti, I., Hartati, B., Bernadus dan Tinexcelly. 2009. Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI). PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 49 hlm.
- Malvern Instrument Ltd. 2004. Zetasizer Nano Series User Manual. Malvern Instrument Ltd, United Kingdom, 286 hlm.
- Midayanto, D. dan S. S. Yuwono. 2014. Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu untuk Direkomendasikan sebagai Syarat Tambahan dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (4): 259-267.
- Mishra, A., Mishra, H.N., dan Rao, P.S. 2012. Preparation of Rice Analogues using Extrusion Technology. *International Journal Food Science Technology*, 47: 1789-1797.
- Mohanraj, V.J. dan Y. Chen. 2006. Nanoparticles – a Review. *Tropical Journal Pharmaceutical Research*, 5(1): 561-573.
- Negara, J. K., A. K. Sio, Rifhkan, M. Arifin, A. Y. Oktaviana, R. R. S. Wihansah, dan M. Yusuf. 2016. Aspek Mikrobiologi serta Sensori (Rasa, Warna, Tekstur, Aroma) pada Dua Bentuk Penyajian Keju yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4 (2): 286-290.
- Park, H.S., Ahn, J., dan Kwak, H.S. 2007. Effect of Nanocalcium Supplemented Milk on Calcium Metabolism in Ovariectomized Rats. *Journal Animal Science*, 20: 1266-1271.
- Prasetya, H. A. 2009. Perbaikan Mutu Beras Ubi dengan Penggunaan Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Termodifikasi dengan Heat Moisture Treatment (HMT). Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Putra, M. R. A., R. Nopianti, dan Herpandi. 2015. Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Kerupuk sebagai Sumber Kalsium. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 4(2): 128-139.
- Rodianawati, I., H. Rasulu, E. R. M. Saleh, M. Assagaf, dan Marliani. 2015. Kajian Sifat Organoleptik pada Beras Analog dengan Fortifikasi Tepung Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.). *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Maluku*, 814-832.
- Rohman, A., Harsojo, T. J. Raharjo, Sismindari, K. Triyana, dan P. Astuti. 2012. Analisis Makanan dan Lingkungan secara Fisika-Kimia. Pustaka Pelajar, Yogyakarta, 168 hlm.
- Siong, T. E., K. S. Choo, dan S. M. Shahid. 1989. Determination of Calcium in Foods by the Atomic Absorption Spectrophotometric and Titrimetric Methods. *Pertanika*, 12 (3): 303-311.
- Spiraliga, R. R., Y. S. Darmanto, dan U. Amalia. 2016. Karakteristik Nasi Analog Tepung Mocaf dengan Penambahan Tepung Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan Tiga Jenis Kolagen Tulang Ikan. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6 (1): 1-10.
- Syahril, E. Soekandarsi, dan Z. Hasyim. 2016. Perbandingan Kandungan Gizi Ikan Mujair *Oreochromis mossambica* Danau Universitas Hasanuddin Makassar dan Ikan Danau Mawang Gowa. *Jurnal Biologi Makassar*, 1 (1): 1-7.
- Trilaksani, W., E. Salamah, dan M. Nabil. 2006. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 9 (2): 34-45.
- Venkatesan, J. dan S. K. Kim. 2010. Effect of Temperature on Isolation and Characterization of Hydroxyapatite from Tuna (*Thunnus obesus*) Bone. *Material*, 3 : 4761-4772.
- Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 246 hlm.